

PAT-NO: JP410288537A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10288537 A  
TITLE: VARIABLE RELUCTANCE TYPE RESOLVER  
PUBN-DATE: October 27, 1998

INVENTOR- INFORMATION:

NAME  
SASAKI, SHINICHI  
KATO, TOMOYA

ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DENSO CORP	N/A

APPL-NO: JP09097136

APPL-DATE: April 15, 1997

INT-CL (IPC): G01D005/245, G01B007/00 , G01B007/30 , H02K024/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a variable reluctance type resolver that is yet higher in measuring accuracy by reducing any measuring error attributable to a difference between both actual and theoretical numbers of turns in an output winding.

SOLUTION: In this variable reluctance type resolver, having a linglike yoke 2 and plural pieces of tees 3 projecting in the centripetal direction from this yoke 2, and consisting of a stator 1 being wrapped with an exciting winding 5 and output windings 6 and 7 and an inductor type rotor 11, all the tees 3 are installed in an angular position where the theoretical number of turns of these output windings 6 and 7 are turned to a nearly integer. Since a

difference between an actual number of turns (integral value) and the theoretical number of turns in these output windings 6 and 7 becomes lessened, any measuring error attributable to this difference is reduced, whereby such a variable reluctance type resolver as being yet higher in measuring accuracy is thus providable in this way.

COPYRIGHT: (C)1998, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-288537

(43)公開日 平成10年(1998)10月27日

(51)Int.Cl.<sup>o</sup>  
G 0 1 D 5/245 1 0 1  
G 0 1 B 7/00  
7/30 1 0 1  
H 0 2 K 24/00

F I  
G 0 1 D 5/245 1 0 1 U  
G 0 1 B 7/00 G  
7/30 1 0 1 A  
H 0 2 K 24/00

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願平9-97136

(22)出願日 平成9年(1997)4月15日

(71)出願人 000004260  
株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 佐々木 伸一  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 加藤 智也  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

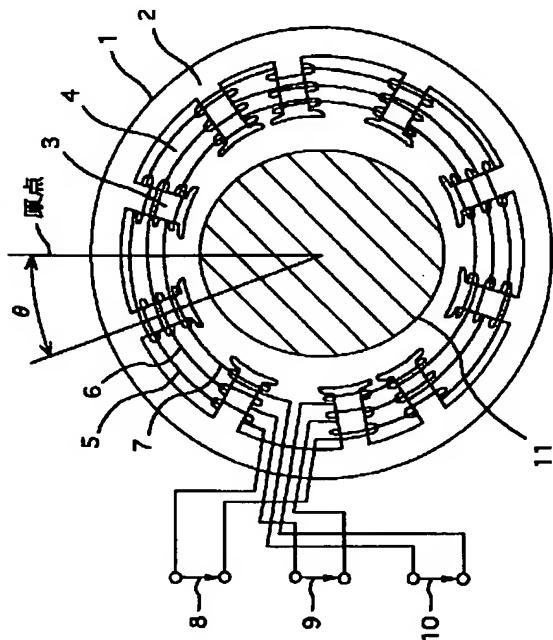
(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 可変リラクタンス型レゾルバ

(57)【要約】

【課題】 出力巻線の実際の巻数と理論巻数との差に起因する計測誤差を低減し、より計測精度が高い可変リラクタンス型レゾルバを提供すること。

【解決手段】 本発明は、リング状の磁鉄2と磁鉄2から求心方向に突出している複数のティース3とを有し励磁巻線5および出力巻線6, 7が巻装されている固定子1と、誘導子型の回転子11とからなる可変リラクタンス型レゾルバにおいて、出力巻線6, 7の理論巻数が略整数となる角度位置に全てのティース3が配設されていることを特徴とする。出力巻線6, 7の実際の巻数(整数値)と理論巻数との差が小さくなるので、同差に起因する計測誤差は減少し、より計測精度が高い可変リラクタンス型レゾルバを提供することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】リング状の磁鐵とこの磁鐵から求心方向に突出している複数のティースとを有し励磁巻線および出力巻線が巻装されている固定子と、誘導子型の回転子とからなる可変リラクタンス型レゾルバにおいて、前記出力巻線の理論巻数が略整数となるように、全ての前記ティースの角度位置が配設されていることを特徴とする、

可変リラクタンス型レゾルバ。

【請求項2】前記出力巻線の前記理論巻数が整数値から±0.1巻以内に収まるように、全ての前記ティースが配設されている、

請求項1記載の可変リラクタンス型レゾルバ。

【請求項3】前記出力巻線は、前記磁鐵上の所定の角度位置に設定された原点からの角度位置により、前記理論巻数が正弦波関数で求められる正弦相出力巻線と、前記理論巻数が余弦関数で求められる余弦相出力巻線とからなり、前記ティースのうち少なくとも一つは、この正弦相出力巻線およびこの余弦相出力巻線のうち少なくとも一方のこの理論巻数が±0となるこの角度位置に配設されている、

請求項1～2のうちいずれかに記載の可変リラクタンス型レゾルバ。

【請求項4】全ての前記ティースは、前記角度位置が±180°離れて対向する対を形成している、

請求項1～3のうちいずれかに記載の可変リラクタンス型レゾルバ。

【請求項5】全ての前記ティースは、所定の対称軸を中心に対称な前記角度位置に配設されている、

請求項1～3のうちいずれかに記載の可変リラクタンス型レゾルバ。

【請求項6】前記励磁巻線および前記出力巻線のうち少なくとも一方は、前記固定子の前記磁鐵に巻装されていることを特徴とする、

請求項1～5のうちいずれかに記載の可変リラクタンス型レゾルバ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、可変リラクタンス型レゾルバ(角度検出器)の技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】公知の可変リラクタンス型レゾルバとしては、特開平6-213614号公報や特開平8-178611号公報に開示されているものがある。上記各公報に開示されているレゾルバそのものではないが、本発明の理解を容易にするために従来技術の一例として本発明に最も近い可変リラクタンス型レゾルバを想定し、図9および図10を参照して以下に説明する。

【0003】従来の可変リラクタンス型レゾルバは、図

9に示すように、固定子1Pと回転子11とから主に構成されている。固定子1Pは、リング状の磁鐵2とこの磁鐵2から求心方向に突出している複数のティース3とを有している。全てのティース3は、同一の角度間隔で等間隔に配設されており、励磁巻線5、正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7は、いずれもティース3に巻装されている。

【0004】図9および図10(a)に示すように、励磁巻線5は、相隣接するティース3'に巻かれる巻き方向は逆で巻き数は同一であり、通電されると各ティース3に極性交番に磁極を形成する。正弦相出力巻線6は、図10(b)に示すように、磁鐵2上の任意の原点(例えば巻線取り出し口)からの角度位置θにおいて正弦関数 $\sin\theta$ に比例する巻き数で各ティース3毎に巻かれている。正弦相出力巻線6の巻き方向は交番になっているが、上記正弦関数の正負によってまた巻き方向は反転する。一方、余弦相出力巻線7は、図10(d)に示すように、磁鐵2の上記原点からの角度位置θにおいて、余弦関数 $\cos\theta$ に比例する巻き数で各ティース3毎に巻かれている。余弦相出力巻線7の巻き方向は交番になっているが、上記余弦関数の正負によってまた巻き方向は逆転する。すなわち、正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7の巻き方向は、それぞれ前述の正弦関数の正負および余弦関数の正負により、正のティース3では励磁巻線5と同方向に巻かれており、負のティース3では励磁巻線5と逆方向に巻かれている。

【0005】回転子11は、再び図9に示すように、巻線を有しない断面楕円形の軟磁性鉄心のみよりなる誘導子型の回転子であって、固定子1Pと同軸に回転軸(図略)が配設されている。この回転子11は、固定子1Pとの相対回転角θに対して固定子1Pとの間の間隙により、正弦関数 $\sin 2\theta$ または余弦波 $\cos 2\theta$ の磁気抵抗が生じる形状に形成されている。

【0006】以上の構成の可変リラクタンス型レゾルバにおいて、励磁巻線5に流れる交流電流によって生じる変動界磁場を回転子11が回転することにより、各ティース3内を流れる磁場の強度が変動する。その結果、誘導電圧に変動が生じて、図10(c)および図10(e)に示すように、正弦相出力巻線6には正弦相出力電圧9が生じ、余弦相出力巻線7には余弦相出力電圧10が生じる。したがって、回転子11の回転角度に応じて電圧振幅が正弦関数で生じる正弦相出力電圧9と余弦関数で生じる余弦相出力電圧10とから、回転子11の回転角度が検出される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来技術の可変リラクタンス型レゾルバでは、すでに述べたように、全てのティース3が、同一の角度間隔で等間隔に配設されている。そして、励磁巻線5、正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7は、いずれも全てのティース3に巻装

されている。

【0008】ところが、上記原点からの角度位置 $\theta$ によって定まる正弦関数  $\sin \theta$  および余弦関数  $\cos \theta$  によってそれぞれ定まる正弦相出力巻線 6 および余弦相出力巻線 7 の理論巻数は、各ティース 3 の角度位置 $\theta$  で必ずしも整数にはならない。一方、各ティース 3 に巻装される各出力巻線 6, 7 の実際の巻数は、特別な工夫をしない限り理論上整数でしかあり得ない。

【0009】それゆえ、正弦相出力巻線 6 および余弦相出力巻線 7 の理論巻数は、確率上およそ半数のティース 3 で、整数値から 0.25 卷以上の誤差を生じる。正弦相出力巻線 6 および余弦相出力巻線 7 の実際の巻数と理論巻数との差は、そのまま正弦相出力電圧 9 および余弦相出力電圧 10 に反映されるので、角度検出上の計測誤差を発生させていた。

【0010】そこで本発明は、各出力巻線 6, 7 の実際の巻数と理論巻数との差に起因する計測誤差を低減し、より計測精度が高い可変リラクタンス型レゾルバを提供することを解決すべき課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記課題を解決するために、発明者らは以下の手段を発明した。

(第1手段) 本発明の第1手段は、請求項1記載の可変リラクタンス型レゾルバである。本手段では、各出力巻線の理論巻数が全てのティースで略整数となっているので、理論巻数に近い実際の巻数で全ての出力巻線が巻装される。そのためには、ほとんどの場合において、各ティースは角度間隔が不均一に(不等間隔で) 錫鉄内に配設される。その結果、各出力巻線の実際の巻数と理論巻数との差が従来よりも少くなり、この巻数の差に起因する角度計測誤差が減少する。

【0012】したがって本手段によれば、出力巻線の巻数の理論巻数との差に起因する計測誤差が小さくなり、より計測精度が高い可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。

(第2手段) 本発明の第2手段は、請求項2記載の可変リラクタンス型レゾルバである。

【0013】本手段では、全てのティースにおいて、出力巻線の実際の巻数が理論巻数から  $\pm 0.1$  卷以内に収まっているので、出力巻線の巻数の理論巻数との差に起因する計測誤差の範囲も小さく限定されてしまう。したがって本手段によればさらに、出力巻線の巻数の理論巻数との差に起因する計測誤差が所定値以内に限定され、計測精度の信頼性がより向上している可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。

【0014】(第3手段) 本発明の第3手段は、請求項3記載の可変リラクタンス型レゾルバである。本手段では、正弦相出力巻線および余弦相出力巻線のうち少なくとも一方は、いずれかのティースにおいて理論巻数がゼ

ロになるので、これに該当するティースでは固定子の製造時に巻装作業の必要がない。それゆえ、ティースないし錫鉄への巻線作業工数が減少し、製造コストが低減される。

【0015】したがって本手段によればさらに、より安価に計測精度が高い可変リラクタンス型レゾルバを提供することが可能になるという効果がある。

(第4手段) 本発明の第4手段は、請求項4記載の可変リラクタンス型レゾルバである。本手段では、全てのティースが  $\pm 180^\circ$  角度位置が離れて対向している対をなしているので、各ティースの配置は固定子の半分を設計して  $180^\circ$  回転させることにより、固定子の全体の設計ができるので設計が容易になる。CADで設計していれば、この操作は極めて容易である。

【0016】また、錫鉄およびティースの製造用の鋳型を製造する際にも、半分の鋳型を設計しておけば、同様にして残りの半分の鋳型の設計ができるので、上記鋳型の設計製造コストも削減される。数値制御工作機械で上記鋳型の模型を製造する場合には、この操作は極めて容易である。したがって本手段によればさらに、設計コストおよび製造設備のコストが低減されるという効果がある。

【0017】(第5手段) 本発明の第5手段は、請求項5記載の可変リラクタンス型レゾルバである。本手段では、所定の対称軸を中心に左右対称な角度位置に全てのティースが配設されているので、同対称軸の片側だけ錫鉄およびティースを設計しておき、同対称軸を中心に設計図を折り返すことにより、錫鉄およびティースの全体を設計することができる。CADで設計していれば、この操作は極めて容易である。

【0018】また、錫鉄およびティースの製造用の鋳型を製造する際にも、半分の鋳型を設計しておけば、同様にして残りの半分の鋳型の設計ができるので、上記鋳型の設計製造コストも削減される。数値制御工作機械で上記鋳型の模型を製造する場合には、この操作は極めて容易である。したがって本手段によればさらに、設計コストおよび製造設備のコストが低減されるという効果がある。

【0019】なお、出力巻線が正弦相出力巻線および余弦相出力巻線から構成されている場合には、正弦関数と余弦関数は位相が  $90^\circ$  ずれているので、ティースの配設に関しては互いに直交する二本の対称軸が存在する。それゆえ、この場合には錫鉄およびティースを固定子の四分の一だけ設計しておき、上記二つの対称軸でそれぞれ設計図を折り返すことにより、錫鉄およびティースの全体を設計することができ、コストダウン効果はさらに上がる。

【0020】(第6手段) 本発明の第6手段は、請求項6記載の可変リラクタンス型レゾルバである。本手段では、励磁巻線および出力巻線のうち少なくとも一方は、

固定子の鉄に巻きされていることを特徴としている。ここで、鉄に巻き線をする場合には、曲線をつないだ運動軌跡で捲線機のノズルを作動させることができ、ティースに巻き線する場合と異なって捲線機のノズルの運動軌跡が矩形である必要がないので、より高速で巻き線機を作動させることができる。それゆえ、本手段のようにいずれかの巻線がティースにではなく鉄に巻き線されれば、その分だけ巻き線工程での生産性が向上するので、製造コストを削減することができる。

【0021】したがって本手段によればさらに、巻き線工程での生産性が向上してコストダウンができるので、計測精度が精密なうえにより廉価な可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。

#### 【0022】

【発明の実施の形態および実施例】本発明の可変リラクタンス型レゾルバの実施の形態については、当業者に実施可能な理解が得られるよう、以下の実施例で明確かつ十分に説明する。

#### 【実施例1】

(実施例1の構成) 本発明の実施例1としての可変リラクタンス型レゾルバは、図1に示すように、回転子11を取り巻いて固定されている固定子1と、固定子1と同軸で回転可能に軸支されている誘導子型の回転子11とから、主に構成されている。

【0023】固定子1は、リング状の鉄2と、鉄2から求心方向に突出している10本のティース3とを有する。ティース3は、全てのティース3での出力巻線6、7の理論巻数が整数値から±0.1巻の範囲に収まるように、周方向に角度間隔不均一に配設されている。ティース3の求心方向の先端部は、周方向に対称形に拡がっており、より広い面積で回転子11の外周面に対向している。互いに隣接するティース3の間には、所定の空間が空いていてスロット4を形成している。そして、各ティース3には、励磁巻線5および二相の出力巻線6、7が、いずれも集中巻きで巻きされている。

【0024】励磁巻線5は、図2(a)に示すように、各ティース3に同一巻数で巻き方向交番に巻きされており、励磁電圧8が加わって励磁巻線5に電流が流れると、互いに隣接するティース3には互いに逆方向の磁極が発生する。図1では簡略化のために各ティース3で一回しか巻線が図示されていないが、実際には所定巻数の巻線が巻きされている。

【0025】一方、二相の出力巻線6、7は、正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7であり、励磁巻線5と同じくティース3に集中巻きされている。図1では簡略化されていて一周分しか描かれていないが、実際には正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7は鉄2の各部に複数回巻きで巻きされている。正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7は、固定子1上の任意の原点を基準に、回転子11の回転位置に応じて正弦相出力電圧9

および余弦相出力電圧10がそれぞれより正確に得られるように巻きされている。

【0026】すなわち、正弦相出力巻線6は、図2(b)に示すように、鉄2上の所定の原点からの角度位置 $\theta$ において正弦関数  $\sin \theta$  に比例する巻き数で、角度間隔不均一に配設されている各ティース3の間の鉄2に巻かれている。ここで同図に示すように、前述のように全てのティース3での理論巻数は、整数値から±0.1巻以内に収まっている。それゆえ、実際の巻数(整数値)と理論巻数と差違は、全てのティース3で±0.1巻以内に収まっている。

【0027】なお、正弦相出力巻線6の巻き方向は、基本的に交番になっているが、上記正弦関数の正負によってさらに逆転している。すなわち、正弦相出力巻線6は、上記正弦関数  $\sin \theta$  に正負も含めて比例する巻数で、巻き方向交番に巻きされている。また、余弦相出力巻線7は、図2(d)に示すように、鉄2上の所定の原点からの角度位置 $\theta$ において余弦関数  $\cos \theta$  の絶対値に比例する巻き数で、角度間隔不均一に配設されている各ティース3の間の鉄2に巻かれている。ここで同図に示すように、前述のように全てのティース3での余弦相出力巻線7の理論巻数は、整数値から±0.1巻以内に収まっている。それゆえ、前述の正弦相出力巻線6と同様に、余弦相出力巻線7の実際の巻数(整数値)と理論巻数と差違は、全てのティース3で±0.1巻以内に収まっている。

【0028】なお、余弦相出力巻線7は、鉄2上の上記原点からの角度位置 $\theta$ において余弦関数  $\cos \theta$  の絶対値に比例する巻き数で各ティース3毎に巻かれています。その巻き方向は上記余弦関数の正負に対して交番に巻かれている。励磁巻線5に交流の励磁電圧8が加わると、正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7には、ティース3の各部を通る磁束の変動による誘導電圧が生じる。その結果、各誘導電圧は、それぞれ図2(c)および図2(e)に示すように、正弦相出力電圧9および余弦相出力電圧10として出力される。

【0029】回転子11は、再び図1に示すように、巻線を有しない断面楕円形の軟磁性鉄心のみよりなる誘導子型の回転子であって、固定子1と同軸に回転軸(図略)が配設されている。この回転子11は、固定子1との相対回転角 $\theta$ に対して固定子1のティース3の先端面との間隙により、正弦関数  $\sin 2\theta$  または余弦波  $\cos 2\theta$  の磁気抵抗が生じる形状に形成されている。

【0030】(実施例1の作用効果) 以上の構成において、励磁巻線5に流れる交流電流によって生じる変動界磁中を回転子11が回転することにより、各ティース3内を流れる磁束が変動する。その結果、誘導電圧に変動が生じて、図2(c)および図2(e)にそれぞれ示すように、正弦相出力巻線6には正弦相出力電圧9が生じ、余弦相出力巻線7には余弦相出力電圧10が生じ

る。したがって、回転子11の回転角度に応じて、それぞれ電圧振幅が正弦関数で生じる正弦相出力電圧9と余弦関数で生じる余弦相出力電圧10とから、回転子11の回転角度が検出される。

【0031】その際、回転子11の断面形の面積中心を回転中心としているので、回転子11の一回転当たり二周期分の出力が発生する。換言すると、回転子11の180°回転毎に同一の正弦相出力電圧9および余弦相出力電圧10が得られる。前述のように本実施例では、各ティース3は、全てのティース3での出力巻線6, 7の理論巻数が整数値から±0.1巻の範囲に収まるように、周方向に角度間隔不均一に配設されている。それゆえ、各出力巻線6, 7の実際の巻数と理論巻数との差は±0.1以内に収まっているので、誘導電圧により各出力巻線6, 7に発生する出力電圧9, 10において、上記巻数の差に起因する誤差は極めて小さく抑制される。

【0032】したがって本実施例によれば、量産コストをほとんど上昇させることなく、より高精度での角度検出が可能な可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。なお、従来技術ではティース3の数が14本であり、本実施例では10本であるが、角度検出精度は必ずしもティース3の数で決まるものではない。角度検出精度に関しては、むしろ各出力巻線6, 7の実際の巻数と理論巻数との差による影響の方が大きいので、ティース3の数が従来技術よりも減っていても本実施例の方がより高精度での角度検出が可能である。したがって本実施例によれば、ティース3の数が従来技術よりも減り、各巻線5, 6, 7の巻装工程の工数も減るので、製造コストはむしろ低減され、軽量化およびコストダウンも共に達成されるという効果がある。

【0033】(実施例1の変形態様1) 前述の実施例1において、図3に示すように、全てのティース3は角度位置が±180°離れて対向する対をそれぞれ形成している変形態様の実施が可能である。本変形態様では、互いに対向しているティース3の間の角度間隔も1~±5°も、±180°の対向部分で同一間隔である。ただし、本変形態様でも、各ティース3の角度間隔は必ずしも等間隔ではなく、各ティース3での各出力巻線6, 7の理論巻数は、全て略整数(整数値から±0.1巻以内の範囲)に収まっている。

【0034】本変形態様では、全てのティースが±180°角度位置が離れて対向している対をなしているので、各ティースの配置は固定子の半分を設計して180°回転させることにより、固定子の全体の設計ができるので設計が容易になる。CADで設計していれば、この操作は極めて容易である。また、鍛鉄およびティースの製造用の鋳型を製造する際にも、半分の鋳型を設計しておけば、同様にして残りの鋳型の設計ができるので、上記鋳型の設計製造コストも削減される。数値制御工作機械で上記鋳型の模型を製造する場合には、この操作は極めて容易である。したがって本変形態様によれば、前述の実施例1の効果に加えてさらに、設計コストおよび製造設備のコストが低減されるという効果がある。

作は極めて容易である。

【0035】したがって本変形態様によれば、前述の実施例1の効果に加えてさらに、設計コストおよび製造設備のコストが低減されるという効果がある。なお本変形態様では、回転子11の断面形状が実施例1の回転子11とは異なり、回転子11の一回転でリラクタンス(磁気抵抗)が一周期分の変化をする形状になっている。この他にも、回転子一回転あたり三周期分ないし四周期分のリラクタンス変化を起こす断面形状の回転子を採用する変形態様も実施可能である。

【0036】(実施例1の変形態様2) 図4に示すように、全てのティース3は互いに直交する二本の対称軸A1, A2を中心にそれぞれ対称な角度位置に配設されている変形態様も、実施可能である。これは、出力巻線4, 7が正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7の二相だけから構成されているからである。本変形態様でも、各ティース3の角度間隔は必ずしも等間隔ではなく、各ティース3での各出力巻線6, 7の理論巻数は、全て略整数(整数値から±0.1巻以内の範囲)に収まっている。

【0037】本変形態様では、前述のように、互いに直交する二本の対称軸A1, A2を中心に対称な角度位置に全てのティース3が配設されている。それゆえ、これらの対称軸A1, A2により形成される四つの象限のうち一つだけにおいて鍛鉄2およびティース3を設計しておくだけで、設計作業の大半が完了する。すなわち、上記設計作業だけを終えて、上記二本の対称軸A1, A2を中心に設計図を折り返すことにより、鍛鉄2およびティース3の全体を設計することができる。CADで設計していれば、この操作は極めて容易である。

【0038】また、鍛鉄2およびティース3の製造用の鋳型を製造する際にも、四半分の鋳型を設計しておけば、同様にして残りの鋳型の設計ができるので、上記鋳型の設計製造コストも削減される。数値制御工作機械で上記鋳型の模型を製造する場合には、この操作は極めて容易である。したがって本変形態様によれば、前述の実施例1の効果に加えてさらに、設計コストおよび製造設備のコストが低減されるという効果がある。

#### 【0039】[実施例2]

(実施例2の構成) 本発明の実施例2としての可変リラクタンス型レゾルバは、図5に示すように実施例1と同様に、固定子1のティース3は不等間隔に配設されており、励磁巻線5および両出力巻線6, 7はティース3に施されている。

【0040】すなわち、図6(a)に示すように、励磁巻線5は実施例1と同様に全ティース3に交番に巻き線されている。図6(b)および図6(d)に示すように、各ティース3での各出力巻線6, 7の理論巻数が、全て略整数(整数値から±0.1巻以内の範囲)に収まっている点も実施例1と同様である。また、上記出力巻

線6, 7は、継鉄2上の所定の角度位置に設定された原点からの角度位置により、理論巻数が正弦波関数で求められる正弦相出力巻線6と、前記理論巻数が余弦関数で求められる余弦相出力巻線7とからなっている点も、実施例1と同様である。したがって、図6(c)および(e)に示すように、各出力巻線6, 7からそれぞれ得られる正弦相出力電圧9および余弦相出力電圧10も、実施例1と同様である。

【0041】本実施例が実施例1と異なる点は、十本のティース3のうち二本では正弦相出力巻線6の理論巻数がゼロとなっており、他の二本では余弦相出力巻線7の理論巻数がゼロとなっている点である。すなわち、十本のうち四本のティース3は、各出力巻線6, 7のうち一方の理論巻数が±0となる角度位置に配設されている。

【0042】各出力巻線6, 7のうち一方の理論巻数が±0となっているティース3では、この一方の出力巻線はそのティース3に巻装されることなく、そのティース3をバイパスしている。上記一方の理論巻数がゼロのティース3では、図5では簡略化のためにティース3の脇をその一方の出力巻線を通してあるが、実際にはティース3から離れた継鉄2の脇を通している。これは、ティース3を同出力巻線がバイパスする際に誘導電圧が発生することを防止し、より精密な計測精度が得られるようするためである。

【0043】(実施例2の作用効果) 本実施例の可変リラクタンス型レゾルバにおいても、実施例1と同様に高い計測精度が得られる。また、本実施例では、正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7は、それぞれ二本のティース3において理論巻数がゼロになるので、該当するティース3では固定子1の製造時に巻装作業の必要がない。それゆえ本実施例では、実施例1の製造コストの低減効果に加えて、さらにティース3への巻線作業工数が減少している分だけ、製造コストが低減される。

【0044】したがって本実施例によればさらに、より安価に計測精度が高い可変リラクタンス型レゾルバを提供することが可能になるという効果がある。

### [実施例3]

(実施例3の構成) 本発明の実施例3としての可変リラクタンス型レゾルバは、実施例1と同様に略整数(整数値から±0.1巻の範囲内)の理論巻数に合わせて正弦相出力巻線6および余弦相出力巻線7が各ティース3に巻き線されている。本実施例が前述の実施例1と異なる点は、図7に示すように、励磁巻線5'がティース3ではなく、各ティース3の間の継鉄2に巻装されている点である。

【0045】すなわち、励磁巻線5'は、一定の巻数で巻き方向交番に各ティース3間の継鉄2に巻装されている。また、ティース3をバイパスして隣の部分の継鉄2に励磁巻線5'を通している部分では、そのティース3

を挟んで継鉄2に巻装されている励磁巻線5'の励磁作用を強化する側のティース3の側面に沿って励磁巻線5'が配設されている。

【0046】(実施例3の作用効果) このような構成の励磁巻線5'によっても、実施例1と同様の励磁作用が各ティース3に及ぼされる。それゆえ、実施例1と同様の励磁電圧8が印加されれば、実施例1と同様の正弦相出力電圧9および余弦相出力電圧10が得られる。その計測精度も、実施例1と同様に高いものが得られる。

【0047】前述の構成の本実施例の可変リラクタンス型レゾルバにおいては、励磁巻線5が固定子1の継鉄2に巻装されているので、以下のようない作用効果が生じる。すなわち、継鉄2に巻き線をする場合には、曲線をつないだ運動軌跡で捲線機のノズルを作動させることができ、ティース3に巻き線する場合と異なって捲線機のノズルの運動軌跡が矩形である必要がないので、より高速で巻き線機を作動させることができる。それゆえ、本実施例のように励磁巻線5がティース3にではなく継鉄2に巻き線されれば、その分だけ巻き線工程での生産性が向上するので、製造コストを削減することができる。

【0048】したがって本実施例によれば、励磁巻線5の巻き線工程での生産性が向上してコストダウンができるので、実施例1の効果に加えてさらに、いっそう廉価な可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。

### [実施例4]

(実施例4の構成) 本発明の実施例4としての可変リラクタンス型レゾルバでは、図8に示すように、前述の実施例3とは逆に、固定子1'のティース3には一相の励磁巻線5"が、継鉄2には二相の出力巻線6", 7"がそれぞれ巻装されている。二相の出力巻線6", 7"に相隣接するティース3は、理論巻数が略整数となる継鉄2の中間部の角度位置から周方向両側に対称となる角度位置に配設されており、各ティース3の間隔は不均一である。また、各ティース3に背向する部分の継鉄2からは、同一寸法の突出部21が半径方向に突出して放射状に配設されている。

【0049】励磁巻線5"は、ティース3に波巻きで巻装されている。すなわち、励磁巻線5"は、各ティース3に半回転以上は巻き付けられていて、隣り合うティース3の間のスロット4を縫うように、交番に隣り合うティース3の一方の側と他方の側とを通って配設されている。図8では簡略化されていて、継鉄2の内周側のティース3の間を一周分しか励磁巻線5"が描かれていないが、実際には励磁巻線5"は継鉄2の内周側を複数回周回して巻装されている。

【0050】ティース3は10本であって複数本であるから、励磁巻線5"は各ティース3の一方の側だけを通って巻かれている。それゆえ、励磁電圧8が印加されて

## 11

励磁巻線5"に通電されると、互いに隣り合うティース3には励磁方向が交番に磁極が形成される。この際、励磁巻線5"の周回数は十分に多いので、励磁巻線5"およびティース3により形成される磁場強度も十分なものが得られる。

【0051】一方、鉄2に巻装されている二相の出力巻線6", 7"は、正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"であり、鉄2の内周面側のスロット4と鉄2の外周面側とを交互に通って鉄2に集中巻きされている。図8では簡略化されていて一周分しか描かれていないが、実際には正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"は鉄2の各部に複数回巻かれて巻装されている。正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"は、固定子1'上の任意の原点を基準に、回転子11の回転位置に応じて出力電圧9, 10の振幅がそれぞれ得られるように巻装されている。

【0052】すなわち、正弦相出力巻線6"は、鉄2上の所定の原点からの各ティース3の間の部分の鉄2の中心点での角度位置 $\theta$ において、正弦関数 $\sin \theta$ に比例する巻き数で、理論巻数が略整数となる位置の各ティース3の間の鉄2に巻かれている。そして、正弦相出力巻線6"の巻き方向は、単に交番になっているだけではなく、上記正弦関数の正負によって逆転している。一方、余弦相出力巻線7"は、鉄2上の上記原点からの各ティース3の間の部分の鉄2の中心点での角度位置 $\theta$ において、余弦関数 $\cos \theta$ に比例する巻き数で、理論巻数が略整数となる位置の各ティース3の間の鉄2に巻かれており、その巻き方向は単に交番になっているだけではなく、上記余弦関数の正負によってさらに逆転している。

【0053】その際、正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"の巻き方向は、それぞれ前述の正弦関数の正負および余弦関数の正負により、正の鉄2部分（スロット4部分）では励磁巻線5"と同方向にティース3に磁束を発生させるように巻かれている。逆に、正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"の巻き方向は、前述の正弦関数の正負および余弦関数の正負により、それぞれ負の鉄2部分では励磁巻線5"と逆方向に磁束を発生させるように巻かれている。以上では、理解を助けるために、正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"に通電して励磁した場合を仮定して説明した。しかし、実際は逆に、正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"には、ティース3を介して鉄2の各部を通る磁束の変動による誘導電圧が生じる。その結果、各誘導電圧は、正弦相出力電圧9および余弦相出力電圧10として出力される。

【0054】回転子11は、実施例1と同様に巻線を有しない断面複円形の軟磁性鉄心のみによる誘導子型の回転子であって、固定子1と同軸に回転軸（図略）が配設されている。この回転子11は、固定子1との相対回

## 12

転角 $\theta$ に対して固定子1のティース3の先端面との間隙により、正弦関数 $\sin 2\theta$ または余弦波 $\cos 2\theta$ の磁気抵抗が生じる形状に形成されている。

【0055】（実施例4の作用）以上の構成において、励磁巻線5"に流れる交流電流によって生じる変動界磁中を回転子11が回転することにより、各ティース3内を流れる磁束が変動し、各ティース3の間の鉄2での磁束も変動する。その結果、誘導電圧に変動が生じて、正弦相出力巻線6"には正弦相出力電圧9が生じ、余弦相出力巻線7"には余弦相出力電圧10が生じる。したがって、回転子11の回転角度に応じて電圧振幅が正弦関数で生じる正弦相出力電圧9と余弦関数で生じる余弦相出力電圧10とから、回転子11の回転角度が検出される。

【0056】その際、回転子11はその断面形の面積中心を回転中心としているので、回転子11の一回転当たり二周期分の出力が発生する。換言すると、回転子11の180°回転毎に同一の正弦相出力電圧9および余弦相出力電圧10が得られる。

20 20 【実施例4の効果】本実施例の可変リラクタンス型レゾルバは、以上のように構成されているので、前述の実施例1の効果に加えてさらに、以下の三つの効果が発揮される。

【0057】第1に、出力巻線である正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"は、固定子1の鉄2に巻装されている。鉄2に巻き線をする場合には、曲線をつないだ運動軌跡で巻線機のノズルを作動させることができ、ティース3に巻き線する場合と異なって巻線機のノズルの運動軌跡が矩形である必要がないので、より高速で巻き線機を作動させることができる。それゆえ、本実施例のように正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"がティース3にではなく鉄2に巻き線されれば、その分だけ巻き線工程での生産性が向上するので、製造コストを削減することができる。

40 40 【0058】したがって本実施例によれば、正弦相出力巻線6"および余弦相出力巻線7"の巻き線工程での生産性が向上してコストダウンができるので、より廉価な可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。第2に、励磁巻線5"はティース3に波巻きで巻装されているので、励磁巻線5"の巻き線工程での生産性がかなり向上する。なぜならば、予め波状に曲げて形成されている導線を求心方向から遠心方向へ移動させてティース3に巻くだけで励磁巻線5"を巻装することができ、通常の巻線機による矩形軌跡の巻き線工程が不要になるからである。

【0059】したがって本実施例によれば、生産性がさらに高まるので、よりいっそう廉価な可変リラクタンス型レゾルバを提供することができるという効果がある。第3に、固定子1'の鉄2の外周面のうち各ティース3に背向している部分から突出部21が遠心方向に所定

長で突出している。それゆえ、固定子1'を固定対象物に組み付ける際に、鉄2の外周からの突出部21が固定対象物と嵌合するようにしておけば、精密な位置決めが可能である。また、各突出部21は、ティース3に背向する位置に形成されているので、鉄2の周囲に巻かれる出力巻線6", 7"の邪魔になることがない。

【0060】したがって本実施例によれば、鉄2の出力巻線6", 7"の邪魔になることなく、固定子1'の角度位置を含む位置決めをより正確に行うことができるという効果がある。以上の効果により、本実施例の可変リラクタンス型レゾルバには、実施例1ばかりではなく実施例2および実施例3にも増して、さらなるコストダウンが可能であるという効果がある。また、可変リラクタンス型レゾルバの取り付け時における位置決め精度が向上するという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1としての可変リラクタンス型レゾルバの概略構成図

【図2】 実施例1の巻線の構成および作用を示す組図

(a) 励磁巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ  
(b) 正弦相出力巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ

(c) 正弦相出力電圧を示すグラフ

(d) 余弦相出力巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ  
(e) 余弦相出力電圧を示すグラフ

【図3】 実施例1の変形態様1としてのレゾルバの概略構成図

【図4】 実施例1の変形態様2としてのレゾルバの概略構成図

【図5】 実施例2としての可変リラクタンス型レゾルバの概略構成図

【図6】 実施例2の巻線の構成および作用を示す組図

(a) 励磁巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ

(b) 正弦相出力巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ

(c) 正弦相出力電圧を示すグラフ

(d) 余弦相出力巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ

(e) 余弦相出力電圧を示すグラフ

【図7】 実施例3としての可変リラクタンス型レゾルバの概略構成図

10 【図8】 実施例4としての可変リラクタンス型レゾルバの概略構成図

【図9】 従来技術の可変リラクタンス型レゾルバの概略構成図

【図10】 従来技術の巻線の構成および作用を示す組図

(a) 励磁巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ  
(b) 正弦相出力巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ

(c) 正弦相出力電圧を示すグラフ

(d) 余弦相出力巻線の巻き数および巻き方向を示すグラフ  
(e) 余弦相出力電圧を示すグラフ

【符号の説明】

1, 1', 1P: 固定子

2: 鉄2 21: 凸出部

3, 3': ティース 4, 4': スロット

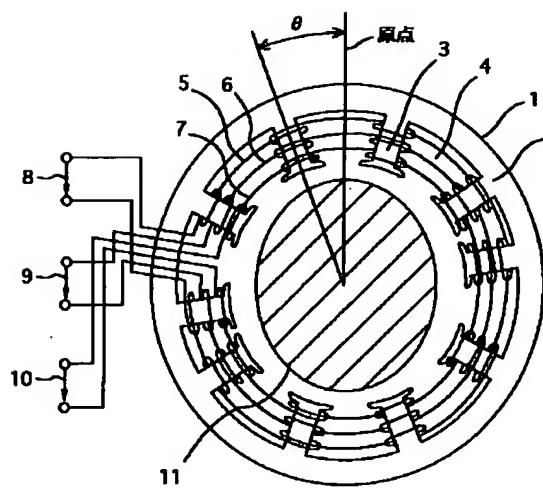
5, 5', 5": 励磁巻線

6, 6', 6": 正弦相出力巻線 7, 7', 7": 余弦相出力巻線

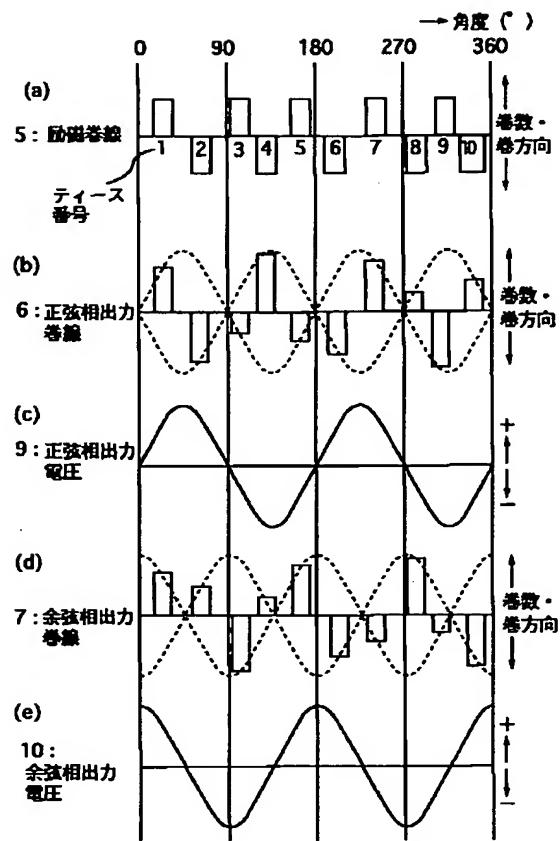
8: 励磁電圧 9: 正弦相出力電圧 10: 余弦相出力電圧

11: 回転子 A1, A2: 対称軸  $\phi$ 1~ $\phi$ 5: ティースの角度間隔

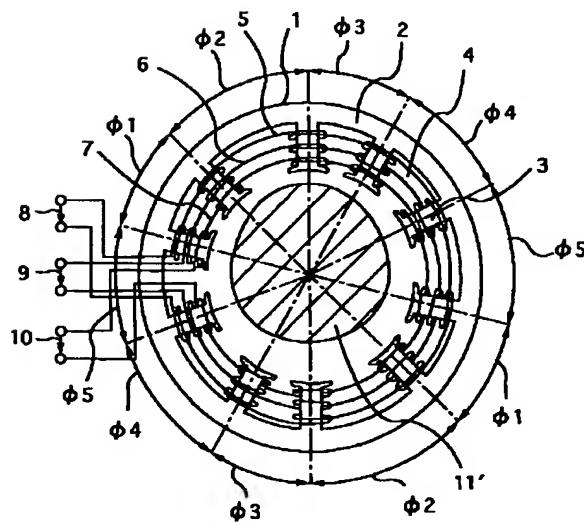
【図1】



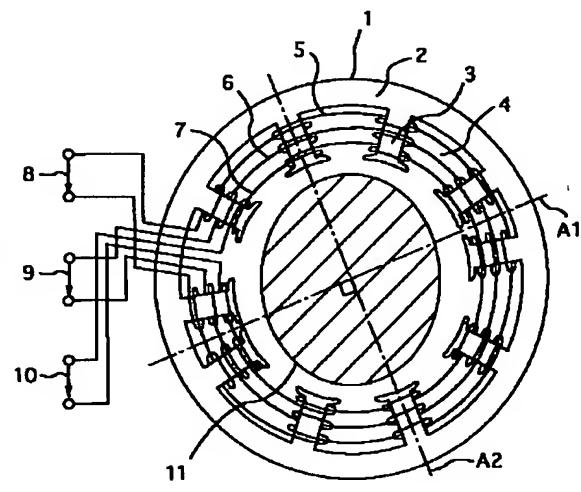
【図2】



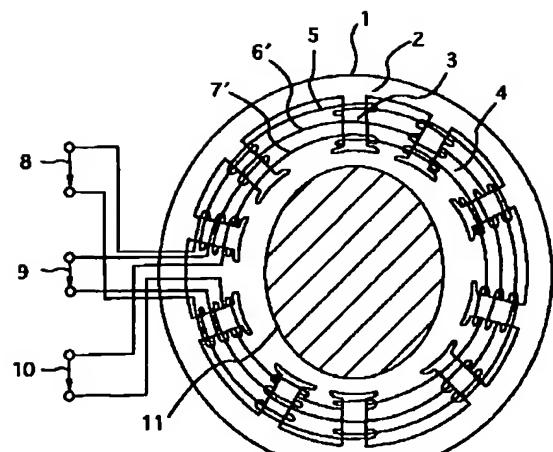
【図3】



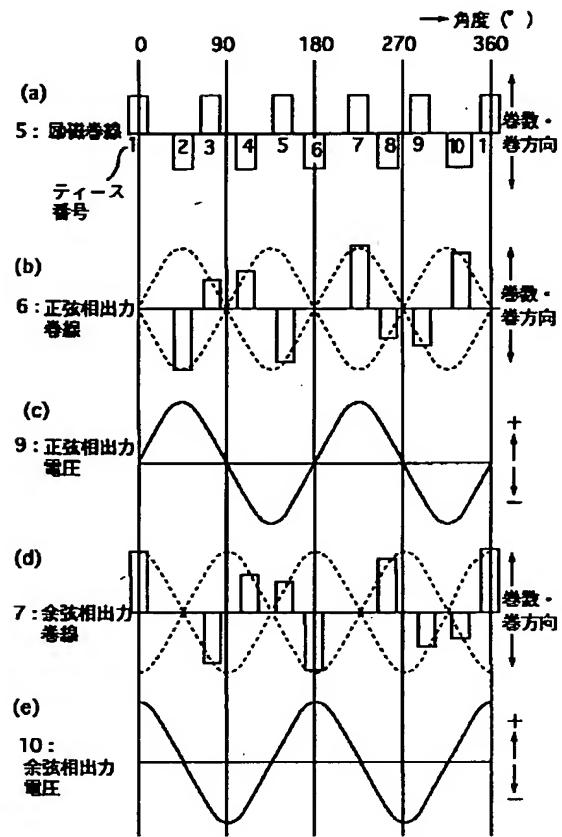
【図4】



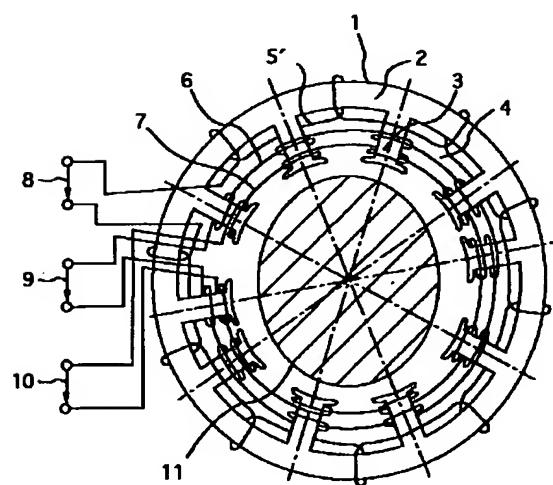
【図5】



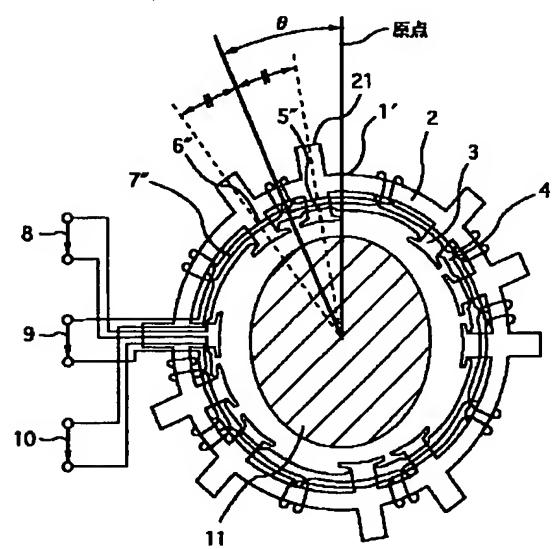
【図6】



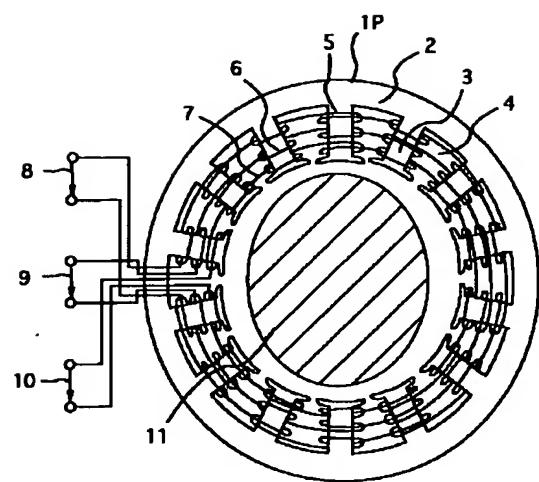
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

